บทที่ 3

การคัดเลือกสถานีไฟฟ้าย่อยตัวอย่างและการตรวจวัดข้อมูล

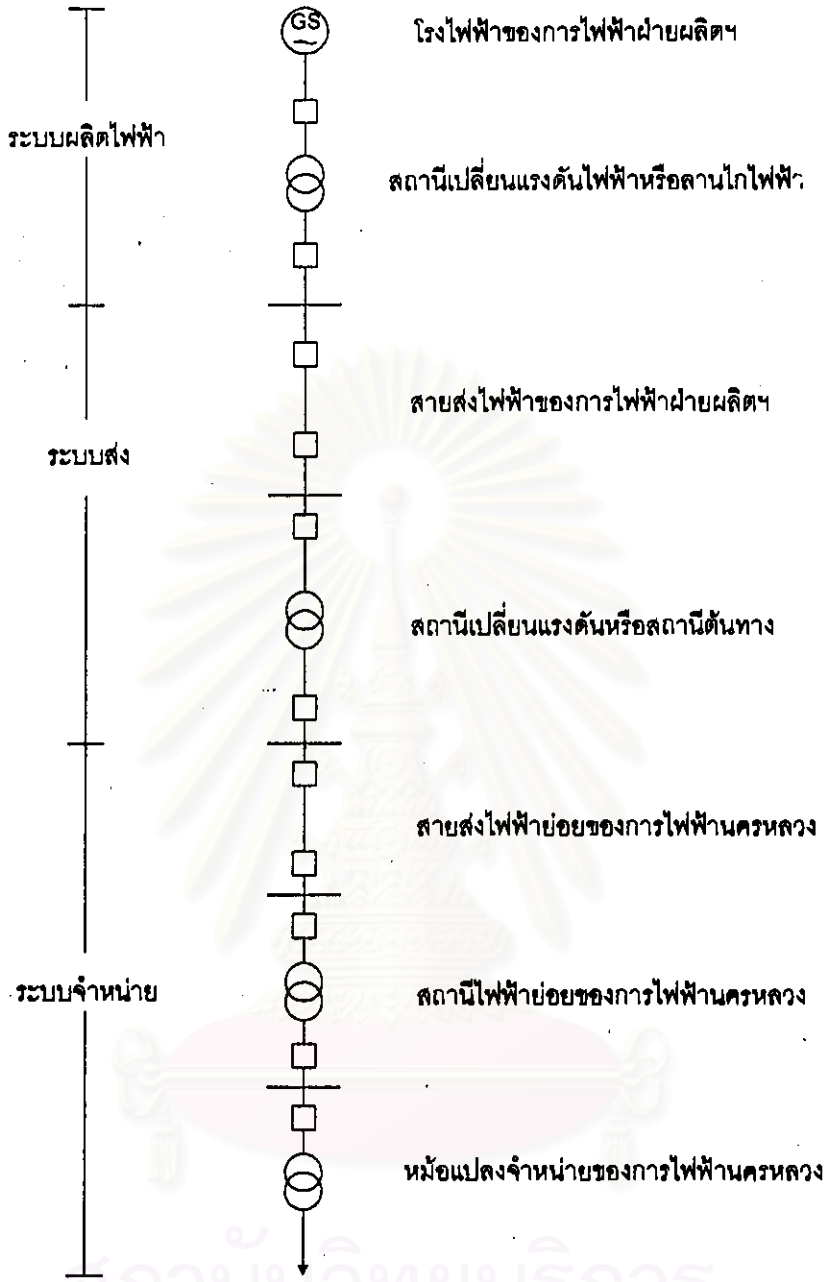
3.1 การคัดเลือกสถานีไฟฟ้าย่อยตัวอย่าง

การไฟฟ้านครหลวงได้ถูกจัดตั้งขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดให้ได้มาและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าตลอดจนดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าและธุรกิจอื่นๆที่เกี่ยวข้องหรือที่เป็นประโยชน์แก่การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้านครหลวงได้รับซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มาจัดจำหน่ายให้แก่ประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี และ สมุทรปราการ ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงจึงเกี่ยวโยงไปถึงระบบผลิตไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงจะเริ่มต้นจากสถานีต้นทางซึ่งรับพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยด้วยระดับแรงดัน 230,115 และ 69 กิโลโวลต์ และส่งพลังงานไฟฟ้าไปตามระบบสายส่งไฟฟ้าย่อยด้วยระดับแรงดัน 230,115 และ 69 กิโลโวลต์ เพื่อจ่ายเข้าสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งตั้งอยู่ภายในเขตจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง เพื่อทำการลดระดับแรงดันจาก 230,115 , 69 กิโลโวลต์ ให้เป็น 24 ,12 กิโลโวลต์ ต่อจากนั้นพลังงานไฟฟ้าจะถูกจ่ายไปตามสายป้อนซึ่งตามสายป้อนจะมีหม้อแปลงต่ออยู่เป็นระยะๆ เพื่อลดแรงดันให้เหลือเพียง 380 / 220 โวลต์ ต่อจากนั้นจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปตามสายแรงต่ำเข้าบ้านผู้ใช้ไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 รูปแบบของระบบไฟฟ้ากำลัง

จากรูปที่3.1จะทำให้ทราบว่า สถานีไฟฟ้าย่อยเป็นส่วนสำคัญของระบบจำหน่ายเพราะเป็นแหล่งรวมพลังงานจำนวนมากที่ส่งมาจากสถานีต้นทางหลายๆแห่งในระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยสถานีไฟฟ้าย่อยจะสามารถแบ่งตามรูปแบบการรับและส่งพลังงานไฟฟ้า ได้ดังนี้

สถานีไฟฟ้าย่อยขนาดเล็กหรือสถานีไฟฟ้าย่อยชั่วคราว เป็นสถานีไฟฟ้าย่อยชั่วคราวที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ทันต่อความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้า มีความมั่นคงและเชื่อถือได้ต่ำ

สถานีไฟฟ้าย่อยถาวรแบบภายนอกอาคาร เป็นสถานีไฟฟ้าย่อยถาวรแบบเก่าที่มีใช้งานอยู่จะใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก แต่จะมีความมั่นคง และเชื่อถือได้มากกว่าสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดเล็ก

สถานีไฟฟ้าย่อยถาวรแบบภายในอาคาร เป็นสถานีไฟฟ้าย่อยที่ใช้อุปกรณ์ทางด้าน 115 , 69 กิโลโวลต์ เป็นแบบ GIS. (Gas Insulated Switchgear) แบบ Double Bus Single Breaker ซึ่งใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย มีความเชื่อถือได้มากกว่า สถานีไฟฟ้าย่อยถาวรแบบภายนอกอาคาร

ดังนั้นจึงต้องเลือกรูปแบบของสถานีไฟฟ้าย่อยให้เหมาะสมกับความสำคัญเพื่อไม่ให้เกิดอุปสรรคในการส่งพลังงานไปยังส่วนอื่นๆ และยังสามารถที่จะรับและส่งพลังงานไปยังส่วนอื่นได้อย่างต่อเนื่องอีกด้วย

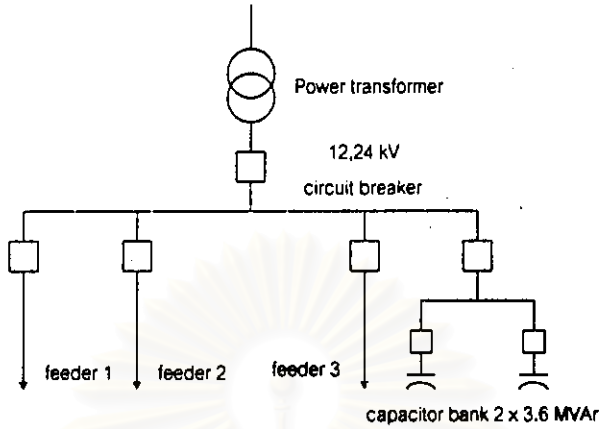
การคัดเลือกสถานีไฟฟ้าย่อยตัวอย่างจะทำการพิจารณาโดยอาศัยหลักการ ดังนี้

1 พิจารณาคัดเลือกสถานีไฟฟ้าย่อยจากสถานที่ตั้ง เช่น ตั้งอยู่ในเขตโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดสมุทรปราการ ที่ส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก , โรงงานอุตสาหกรรมทอผ้า , โรงงานอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ เป็นต้น

2 พิจารณาคัดเลือกสถานีไฟฟ้าย่อยที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุเนื่องจากต้องการวิเคราะห์การเกิดเรโซแนนซ์ขึ้นภายในสถานีไฟฟ้าย่อย โดยในการวิเคราะห์ดังกล่าวจะต้องทราบค่าพิกัดของการลัดวงจร (short circuit capacity) ที่สถานีไฟฟ้าย่อย และ ค่าพิกัดของชุดตัวเก็บประจุที่ใช้งานในสถานีไฟฟ้าย่อย นอกจากนี้รูปแบบการใช้งานชุดตัวเก็บประจุก็เป็นส่วนที่จะต้องนำมาพิจารณาด้วย โดยรูปแบบการใช้งานชุดตัวเก็บประจุสามารถที่จะสรุปได้ดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

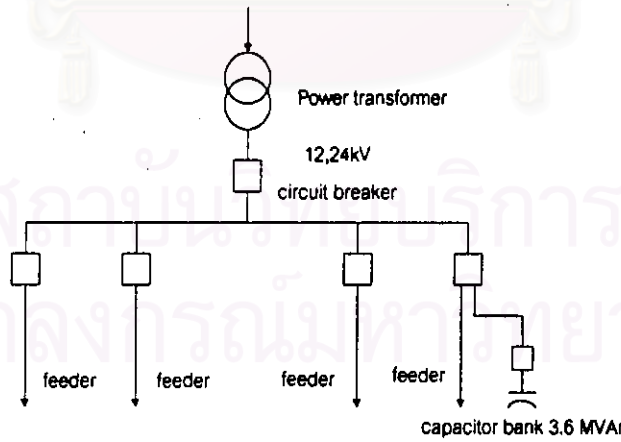
รูปแบบการใช้งานชุดตัวเก็บประจุแบบ มีสายป้อน 1 ชุดจ่ายให้กับชุดตัวเก็บประจุขนาด 2 x 3.6 MVAr



รูปที่ 3.2 การใช้งานชุดตัวเก็บประจุ แบบมีสายป้อน 1 ชุดจ่ายให้กับชุดตัวเก็บประจุ

สถานีไฟฟ้าย่อยที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุตามรูปที่ 3.2 ได้แก่ สถานีไฟฟ้าย่อยห้วยขวาง , ศูนย์วิจัย , บางมด , ปทุมวัน , พรานนก , บางขุนพรหม , หนองแขม , ลาดกระบัง , บางน้ำจืด , คลองมหาสวัสดิ์ , บางรักใหญ่ , บางเมือง , หมอชิต , นนทรี , คลองสรรพาสามิต , วังทองหลาง , จตุจักร , ทุ่งสองห้อง , เย็นอากาศ , เมืองใหม่ , สะพานใหม่ , สำโรง เป็นต้น

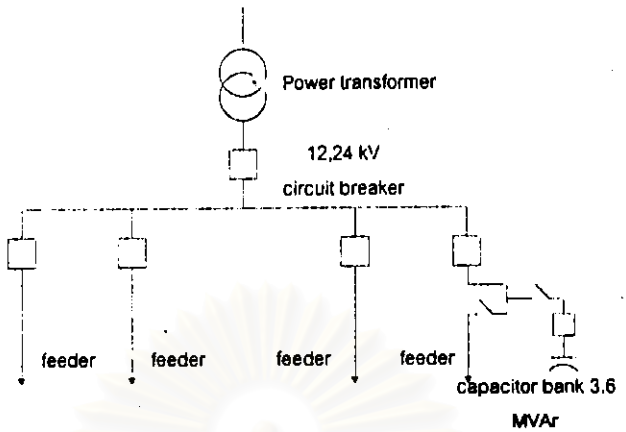
รูปแบบใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVAr แบบใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ ร่วมกับ สายป้อนที่ตู้สวิตช์เกียร์



รูปที่ 3.3 การใช้งานชุดตัวเก็บประจุแบบใช้ เซอร์กิตเบรกเกอร์ร่วมกับสายป้อนที่ตู้สวิตช์เกียร์

สถานีไฟฟ้าย่อยที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุดังรูปที่ 3.3 ได้แก่ สถานีไฟฟ้าย่อยบางกะปิ สายลม , ปู่เจ้า , นนทบุรี , รามคำแหง , บางพลี , บางปู , ร่มเกล้า , คลองจั่น , บางบอน ราษฎร์บูรณะ , ไม้อัด และ พระประแดง

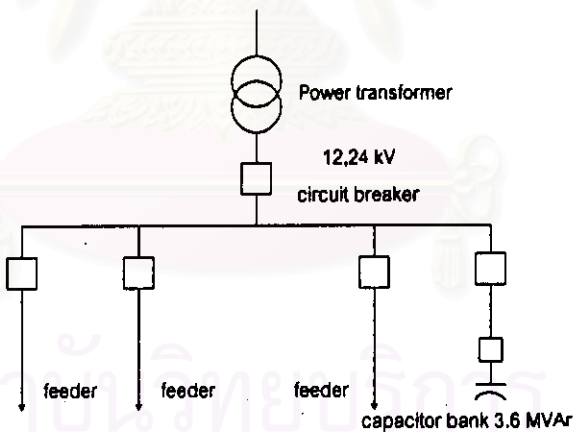
รูปแบบการใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVAr ร่วมกันกับสายป้อน



รูปที่ 3.4 การใช้งานชุดตัวเก็บประจุแบบร่วมกันกับสายป้อน

สถานีไฟฟ้าย่อยที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุดังรูปที่ 3.4 ได้แก่ สถานีไฟฟ้าย่อยประชาชื่น บางนา ปากน้ำ

รูปแบบการใช้งานชุดตัวเก็บประจุแบบ มีสายป้อน 1 ชุดจ่ายให้กับชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVAr

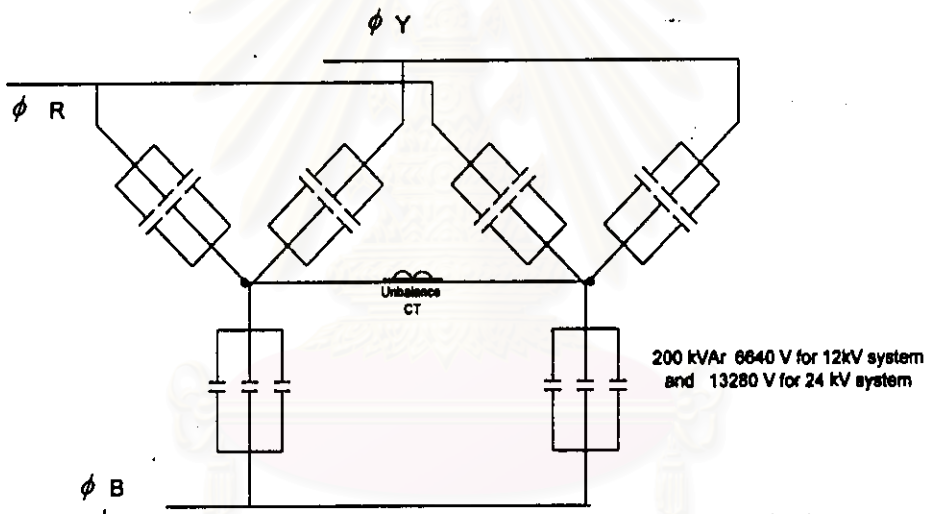


รูปที่ 3.5 การใช้งานชุดตัวเก็บประจุแบบมีสายป้อน 1 ชุดจ่ายให้กับชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVAr

สถานีไฟฟ้าย่อยที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุดังรูปที่ 3.5 ได้แก่สถานีไฟฟ้าย่อยมไหสวรรย์ , กิ่งเพชร , สุรวงศ์ , บางปิ้ง , กิ่งแก้ว , รุ่งประชา , บางปลากด ,พระประแดง , ท้องคุ้ง

รูปแบบการใช้งานชุดตัวเก็บประจุภายในสถานีไฟฟ้าย่อยที่จะนำมาวิเคราะห์หาการเกิดเรโซแนนซ์จะต้องเป็นรูปแบบ 3.1.2.1 หรือ 3.1.2.4 เพื่อที่จะทำให้ทราบปริมาณกระแสฮาร์มอนิกอันดับต่างๆที่ไหลเข้าสู่ชุดตัวเก็บประจุ ส่วนรูปแบบ 3.1.2.2 และ 3.1.2.3 ไม่สามารถที่จะนำมาวิเคราะห์ได้ เพราะจะไม่ทราบปริมาณกระแสฮาร์มอนิกอันดับต่างๆที่ไหลเข้าสู่ชุดตัวเก็บประจุ เนื่องจากมีการต่อใช้งานร่วมกับสายป้อนที่จ่ายโหลดในสถานีไฟฟ้าย่อย

นอกจากนี้ในชุดตัวเก็บประจุที่ใช้งานในสถานีไฟฟ้าย่อยจะต่อใช้งานในลักษณะการต่อแบบ Double wye ungrounded เช่นชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVAr จะประกอบด้วยตัวเก็บประจุขนาด 200 kVAr จำนวน 18 ตัว โดยแต่ละเฟสจะประกอบด้วยตัวเก็บประจุจำนวน 6 ตัวแต่ละตัวมีพิกัดแรงดัน 6640 โวลต์ สำหรับแรงดันระบบ 12 kV และ 13280 โวลท์ สำหรับแรงดัน 24 kV นำมาต่อขนานกัน โดยมีลักษณะดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 รูปแบบการต่อใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVArในสถานีไฟฟ้าย่อยฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากหลักการคัดเลือกสถานีไฟฟ้าย่อยตัวอย่างดังกล่าวจะทำให้สามารถที่จะคัดเลือกสถานีไฟฟ้าย่อยตัวอย่างได้ดังนี้ คือ

สถานีไฟฟ้าย่อยบางปลากด จ่ายโหลดในเขตจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งโหลดส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมทอผ้า และมีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVAr ภายในสถานีไฟฟ้าย่อย ดังรูปแบบ 3.1.2.4

สถานีไฟฟาย่อยคลองสรรพาสามิต จ่ายโหลดในเขตจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งโหลดส่วนใหญ่จะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก และมีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 2x3.6 MVAr ภายในสถานีไฟฟ้าย่อย ดังรูปแบบ 3.1.2.1

สถานีไฟฟ้าย่อยไม้อัด จ่ายโหลดในเขตจังหวัดสมุทรปราการ เช่น โรงงานไม้อัดไทย เป็นต้น และมีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 3.6 MVAr ภายในสถานีไฟฟ้าย่อย ดังรูปแบบ 3.1.2.4

สถานีไฟฟ้าย่อยสวนส้ม จ่ายโหลดในเขตจังหวัดสมุทรปราการ เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ ISUZU จำกัด ไม่ได้มีการติดตั้งใช้งานชุดตัวเก็บประจุทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์การเกิดเรโซแนนซ์ได้

สถานีไฟฟ้าย่อยแจงร้อน จ่ายโหลดที่สำคัญคือ ธนาคารกสิกรไทย สำนักงานใหญ่จำกัด เป็นสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดเล็ก (ชั่วคราว) ไม่ได้มีการติดตั้งใช้งานชุดตัวเก็บประจุทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์การเกิดเรโซแนนซ์ได้

สถานีไฟฟ้าย่อยคอต่อ จ่ายโหลดที่สำคัญในเขตจังหวัดสมุทรปราการ คือ โรงงานสยามออกซิเดนทอล จำกัดเป็นสถานีไฟฟ้าย่อยขนาดเล็ก (ชั่วคราว) ไม่ได้มีการติดตั้งใช้งานชุดตัวเก็บประจุทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์การเกิดเรโซแนนซ์ได้

สถานีสับเปลี่ยนสำโรง จ่ายโหลดที่สำคัญในเขตจังหวัดสมุทรปราการ เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ เป็นต้น และมีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุขนาด 7.2 MVAr ภายในสถานีไฟฟ้าย่อย

รายละเอียดของสถานีไฟฟ้าย่อยที่ได้คัดเลือกเป็นสถานีไฟฟ้าย่อยตัวอย่างมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

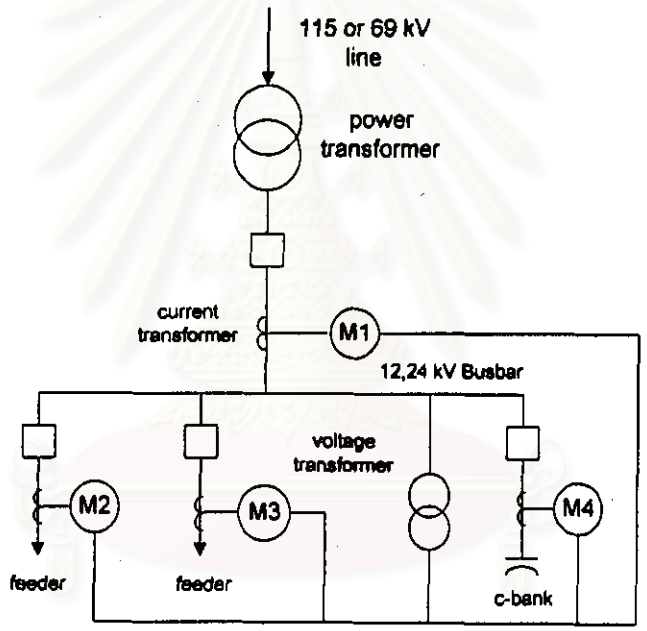
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของสถานีไฟฟ้าย่อยตัวอย่าง

สถานีไฟฟ้าย่อย	bay	ด้านรับไฟ		ด้านจ่ายไฟ		จำนวนสายป้อนที่จ่ายโหลด	ข้อมูลหม้อแปลงกำลังที่ใช้งานในสถานีไฟฟ้าย่อย				ข้อมูลชุดตัวเก็บประจุที่ใช้งานในสถานีไฟฟ้าย่อย		
		kV	MVAsc	kV	MVAsc		พิกัด (MVA)	พิกัดแรงดัน (kV)	%Z	connection symbol	รูปแบบการต่อใช้งาน	ขนาดตัวเก็บประจุ (kVAr)	พิกัดแรงดัน (โวลต์)
บางปลากด (BK)	1	69	2185.86	12	260.54	6	36/48/60	69/12	12.75	Dy1	3.1.2.4	200	6640
คลองสรรพาสามิต (KS)	1,2	69	1518.13	12	183.29	5	15/20	69/12	10.29	Dy1	3.1.2.1	200	6640
	3	69	1518.13	12	239.70	5	30/40	69/12	11.36	Dy1	3.1.2.1	200	6640
ไม้อัด (MA)	1	69	1176.83	12	227.70	4	30/40	69/12	11.22	Dy1	3.1.2.4	200	6640
สวนส้ม (SO)	1	69	1985.10	12	255.35	2	36/48/60	69/12	13.07	Dy1	-	-	-
	2	69	1985.10	12	252.51	2	36/48/60	69/12	13.60	Dy1	-	-	-
แจงร้อน (JRN)	1	69	1016.16	12	225.41	4	36/48/60	69/12	12.22	Dy1	-	-	-
คอต่อ (KO)	1	115	2112.06	24	243.23	3	36/48/60	115/24	12.40	Dy1	-	-	-
ลำโรง(SR)	1	69	2319.12	12	271.19	3	36/48/60	69/12	13.43	Dy1	3.1.2.1	200	13280
	2	69	2319.12	12	275.07	3	36/48/60	69/12	14.41	Dy1	3.1.2.1	200	13280

3.2 การตรวจวัดข้อมูลฮาร์มอนิกภายในสถานีไฟฟ้าย่อย

การตรวจวัดข้อมูลฮาร์มอนิกภายในสถานีไฟฟ้าย่อยสามารถที่จะสรุปได้เป็นข้อย่อยๆ ดังนี้

1 การตรวจวัดข้อมูลจะทำการตรวจวัดทั้งปริมาณกระแส และ แรงดันฮาร์มอนิก โดยปริมาณกระแสฮาร์มอนิกจะทำการตรวจวัดจากทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส(current transformer) ที่ต่ออยู่กับ สายป้อนทุกสายป้อน และ แรงดันฮาร์มอนิกจะทำการตรวจวัดจากทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงแรงดัน (potential transformer) ที่ต่ออยู่บัสบาร์ภายในสถานีไฟฟ้าย่อย ดังรูป ที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การตรวจวัดปริมาณกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกในสถานีไฟฟ้าย่อย

จุด M2 และ M3 จะ ทำการตรวจวัดปริมาณกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกที่ไหลจากโหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้นเข้าสู่ระบบเพื่อที่จะใช้วิเคราะห์ปริมาณกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกในสายป้อน ดังรายละเอียดในบทที่ 4

จุด M4 จะทำการตรวจวัดปริมาณกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่ชุดตัวเก็บประจุในสถานีไฟฟ้าย่อยที่มีการใช้งานชุดตัวเก็บประจุ เพื่อที่จะใช้วิเคราะห์การเกิดเรโซแนนซ์และผลกระทบที่เกิดกับชุดตัวเก็บประจุ ดังรายละเอียดในบทที่ 5

จุด M1 จะทำการตรวจวัดปริมาณกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกที่ไหลเข้าสู่หม้อแปลงกำลังในสถานีไฟฟ้าย่อยเพื่อที่จะใช้วิเคราะห์หาการลดพิกัดของหม้อแปลงกำลัง ดังรายละเอียดในบทที่ 6

2 การตรวจวัดปริมาณกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกจะทำการตรวจวัดในช่วงเวลา 7 วัน เพื่อที่จะทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกครบช่วงเวลาการทำงานของอุปกรณ์หรือผู้ใช้ไฟฟ้ารายนั้น ๆ โดยเครื่องตรวจวัดฮาร์มอนิกจะทำการบันทึกค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกตั้งแต่อันดับที่ 2 ถึง 63 ทุกๆ 5 นาที ตลอดช่วงเวลาที่ทำการวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย